

BIURO PROJEKTÓW I EKSPERTYZ
BUDOWNICTWA KOMUNIKACYJNEGO Z. KOKOSZKA
66 - 004 Zatonie, Zatonie 3E^k/Zielonej Góry
tel./fax 068/ 452 41 44, kom. 0601/ 78-98-66
NIP 973 - 003 - 52 - 92

OBLICZENIA STATYCZNO - WYTRZYMAŁOŚCIOWE
REMONT MOSTU DROGOWEGO NAD KANAŁEM DRZEWNYM W
CIĄGU ULICY ŁOPUSKIEGO W MIEJSCOWOŚCI KOŁOBRZEG

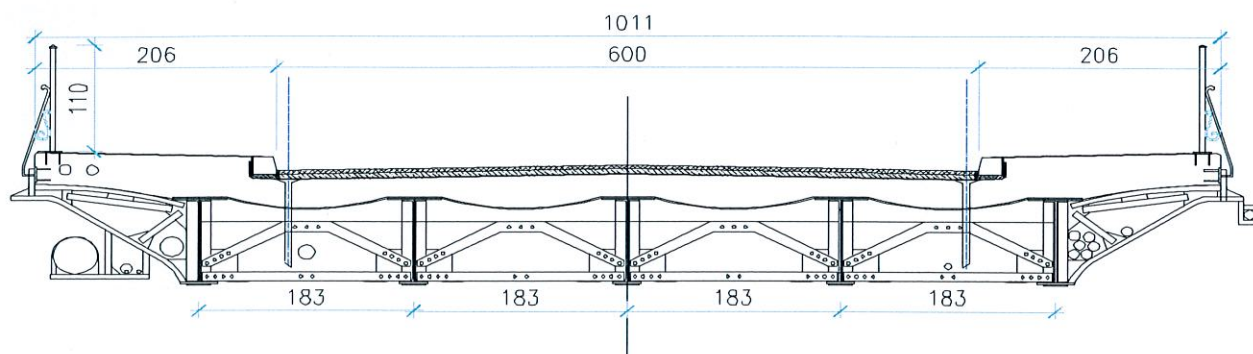
Inwestor: Gmina Miasto Kołobrzeg
reprezentowana przez Prezydenta Miasta
ul. Ratuszowa 13
78-100 Kołobrzeg

Autor projektu:

mgr inż. Zbigniew Kokoszka upr. proj. nr 265/94/UW

Zielona Góra, maj 2010 r.

PRZEKRÓJ POPRZECZNY



Zestawienie obciążeń

1.1 Obciążenia stałe

Obciążenie	Obciążenie charakterystyczne [kNm]	γ_{doc}	Obciążenie obliczeniowe [kNm]
Nawierzchnie 0,0225 m ² m x 23,0 kN/m ³	0,52	1,5	0,78
Krawężnik kamienny 0,04 m ² x 26,0 kN/m ³	1,0	1,5	1,50
Balustrada stalowa 2 x 0,5 kN/m	1,0	1,5	1,5
Blachy nieckowe 2,3 m x 0,01 m x 78,5 kN/m ³	1,81	1,5	2,72
Beton płyty 0,8 m ² x 25,0 kN/m ³	20,0	1,5	30,0
Blachownica stalowa 0,03972 m ² x 78,5 kN/m ³	3,12	1,2	3,74

1.2. Obciążenie użytkowe – klasa obciążeń C

Obciążenie	Obciążenie charakterystyczne	γ	Obciążenie obliczeniowe
Pojazd K	400 kN	1,5	600 kN
Pojedyncza siła skupiona K (1 koło)	50 kN	1,5	75 kN
Obciążenie równomiernie rozłożone q	2,0 kN/m ²	1,5	3,0 kN/m ²
Obciążenie tłumem q_t	2,5 kN/m ²	1,3	3,25 kN/m ²

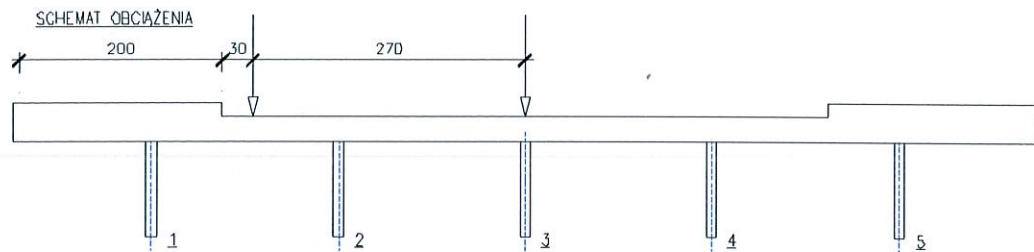
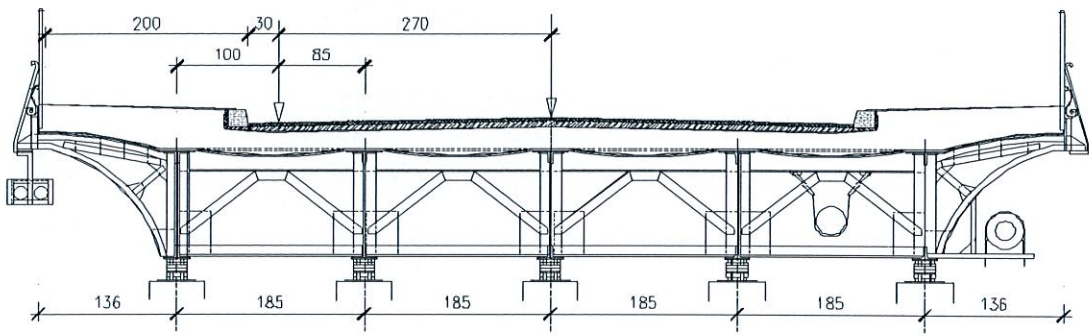
Współczynnik dynamiczny

$$\varphi = 1,35 - 0,005 \times 21,1$$

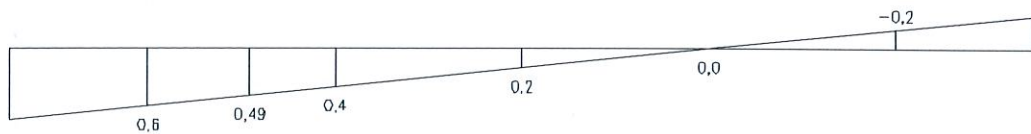
$$\varphi = 1,244$$

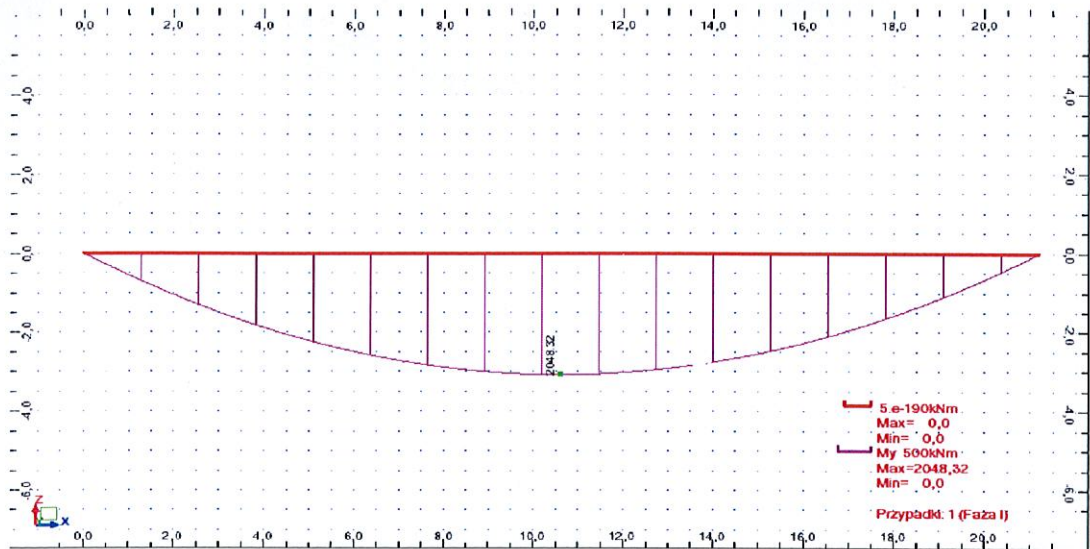
FAZA I

Obciążenie	Obciążenie charakterystyczne [kNm]	γ_{doc}	Obciążenie obliczeniowe [kNm]
Blachy nieckowe 2,3 m x 0,01 m x 78,5 kN/m ³	1,81	1,5	2,72
Beton płyty 0,8 m ² x 25,0 kN/m ³	20,0	1,5	30,0
Blachownica stalowa 0,03972 m ² x 78,5 kN/m ³	3,12	1,2	3,74
Σ	24,93		36,46

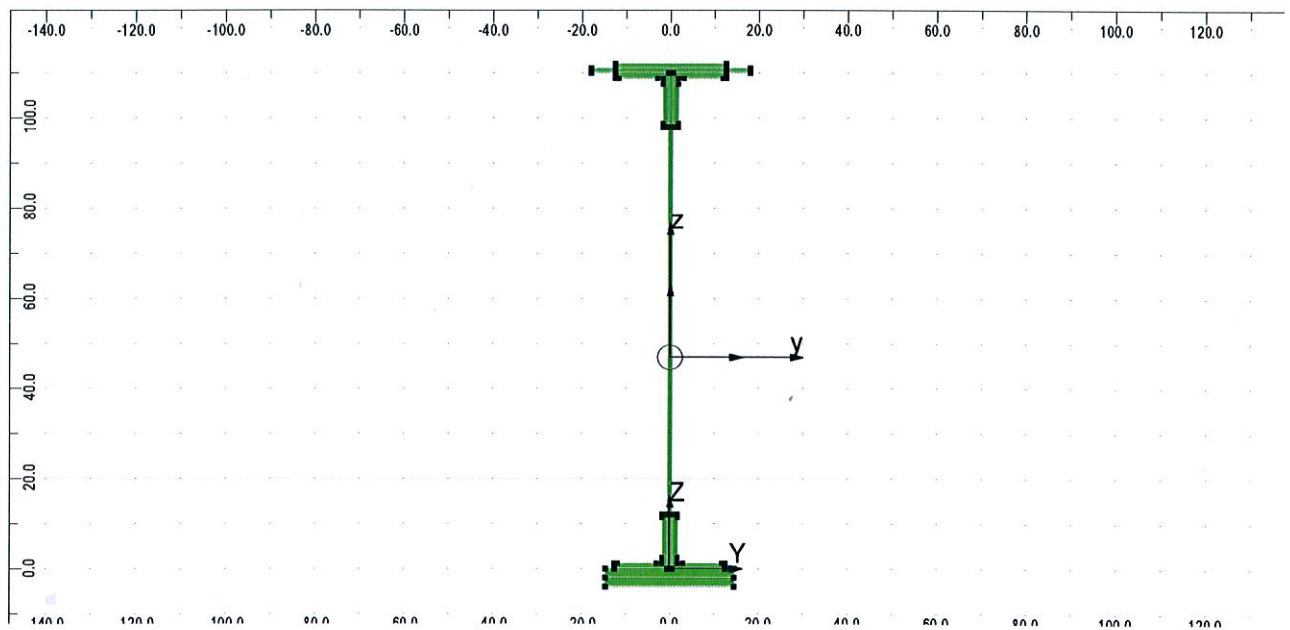


LINIA WPŁYWU ROZDZIAKU POPRZECZNEGO OBCIĄŻEŃ DLA BELKI NR 1 (metoda sztywnej poprzecznic)





ANALIZA PRZEKROJU



Opis geometrii

Punkt nr	Y	Z	
1	-0.5 cm	110.0 cm	
2	-12.5 cm	110.0 cm	
3	-12.5 cm	109.4 cm	Kąt = 90.0 Deg
4	-11.9 cm	108.8 cm	
5	-3.0 cm	108.8 cm	Kąt = -90.0 Deg
6	-1.7 cm	107.5 cm	
7	-1.7 cm	98.6 cm	Kąt = 90.0 Deg
8	-1.1 cm	98.0 cm	
9	-0.5 cm	98.0 cm	
10	0.5 cm	110.0 cm	
11	12.5 cm	110.0 cm	
12	12.5 cm	109.5 cm	Kąt = -90.0 Deg
13	11.9 cm	108.8 cm	
14	3.0 cm	108.8 cm	Kąt = 90.0 Deg
15	1.7 cm	107.5 cm	
16	1.7 cm	98.7 cm	Kąt = -90.0 Deg
17	1.1 cm	98.0 cm	
18	0.5 cm	98.0 cm	

19	-0.5 cm	0.0 cm	
20	-12.5 cm	0.0 cm	
21	-12.5 cm	0.6 cm	Kąt = -90.0 Deg
22	-11.9 cm	1.2 cm	
23	-3.0 cm	1.2 cm	Kąt = 90.0 Deg
24	-1.7 cm	2.5 cm	
25	-1.7 cm	11.3 cm	Kąt = -90.0 Deg
26	-1.1 cm	12.0 cm	
27	-0.5 cm	12.0 cm	
28	0.5 cm	0.0 cm	
29	12.5 cm	0.0 cm	
30	12.5 cm	0.6 cm	Kąt = 90.0 Deg
31	11.9 cm	1.2 cm	
32	3.0 cm	1.2 cm	Kąt = -90.0 Deg
33	1.7 cm	2.5 cm	
34	1.7 cm	11.4 cm	Kąt = 90.0 Deg
35	1.1 cm	12.0 cm	
36	0.5 cm	12.0 cm	
37	-0.5 cm	0.0 cm	
38	0.5 cm	0.0 cm	
39	0.5 cm	110.0 cm	
40	-0.5 cm	110.0 cm	
41	-18.0 cm	110.0 cm	
42	-18.0 cm	111.0 cm	
43	18.0 cm	111.0 cm	
44	18.0 cm	110.0 cm	
45	-12.5 cm	111.0 cm	
46	-12.5 cm	112.0 cm	
47	12.5 cm	112.0 cm	
48	12.5 cm	111.0 cm	
49	-14.5 cm	-2.0 cm	
50	-14.5 cm	0.0 cm	
51	14.5 cm	0.0 cm	
52	14.5 cm	-2.0 cm	
53	14.5 cm	-4.0 cm	
54	14.5 cm	-2.0 cm	
55	-14.5 cm	-2.0 cm	
56	-14.5 cm	-4.0 cm	

Rezultaty generalne

Powierzchnia

$$A = 397.17 \text{ cm}^2$$

Środek ciężkości

$$Y_c = 0.0 \text{ cm}$$

$$Z_c = 46.9 \text{ cm}$$

Obwód

$$S = 355.5 \text{ cm}$$

Materiał bazowy

STAL

$$E = 205000.00 \text{ MPa}$$

$$\rho_0 = 7852.83 \text{ kg/m}^3$$

$$C_J = 311.89 \text{ kG/m}$$

Układ osi głównych

Kąt

$$\alpha = 0.0 \text{ Deg}$$

Momenty bezwładności

$$I_x = 1850.09 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 947680.34 \text{ cm}^4$$

$$I_z = 16472.25 \text{ cm}^4$$

Promienie bezwładności

$$i_y = 48.8 \text{ cm}$$
$$i_z = 6.4 \text{ cm}$$

Współczynniki sztywności ścinania

$$A_y = 252.49 \text{ cm}^2$$
$$A_z = 126.98 \text{ cm}^2$$

Wskaźniki wytrzymałości na zginanie

$$W_{ely} = 14566.06 \text{ cm}^3$$
$$W_{elz} = 915.13 \text{ cm}^3$$

Wskaźniki wytrzymałości na ścinanie

$$W_y = 171.13 \text{ cm}^2$$
$$W_z = 103.28 \text{ cm}^2$$

Plastyczne wskaźniki wytrzymałości

$$W_{ply} = 17880.71 \text{ cm}^3$$
$$W_{plz} = 1780.39 \text{ cm}^3$$

Ekstremalne odległości

$$V_y = 18.0 \text{ cm}$$
$$V_{py} = 18.0 \text{ cm}$$
$$V_z = 65.1 \text{ cm}$$
$$V_{pz} = 50.9 \text{ cm}$$

Układ osi centralnych

Momenty bezwładności

$$I_{yc} = 947680.34 \text{ cm}^4$$
$$I_{zc} = 16472.25 \text{ cm}^4$$
$$I_{yczc} = -0.00 \text{ cm}^4$$

Promienie bezwładności

$$i_{yc} = 48.8 \text{ cm}$$
$$i_{zc} = 6.4 \text{ cm}$$

Ekstremalne odległości

$$V_{yc} = 18.0 \text{ cm}$$
$$V_{pyc} = 18.0 \text{ cm}$$
$$V_{zc} = 65.1 \text{ cm}$$
$$V_{pzc} = 50.9 \text{ cm}$$

Układ dowolny

Położenie układu

$$y_{c'} = 0.0 \text{ cm}$$
$$z_{c'} = 46.9 \text{ cm}$$

$$\text{Kąt} = 0.0 \text{ Deg}$$

Momenty bezwładności

$$I_{y'} = 947680.34 \text{ cm}^4$$
$$I_{z'} = 16472.25 \text{ cm}^4$$
$$I_{y'z'} = -0.00 \text{ cm}^4$$

Promienie bezwładności

$$i_{y'} = 48.8 \text{ cm}$$
$$i_{z'} = 6.4 \text{ cm}$$

Momenty statyczne

$$S_{y'} = 0.00 \text{ cm}^3$$
$$S_{z'} = 0.00 \text{ cm}^3$$

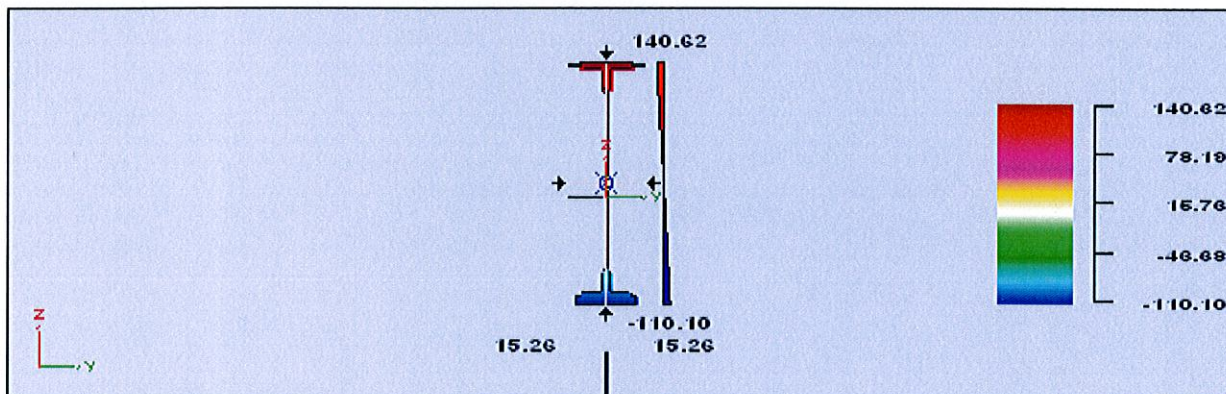
Ekstremalne odległości

$$V_{y'} = 18.0 \text{ cm}$$
$$V_{py'} = 18.0 \text{ cm}$$
$$V_{z'} = 65.1 \text{ cm}$$
$$V_{pz'} = 50.9 \text{ cm}$$

ANALIZA NAPRĘŻEŃ W PRĘCIE

Przekrój : porI 110x1x1
 Element Nr : 1
 Długość : 2120.0 cm

PRZEKRÓJ POPRZECZNY



Przypadek obciążenia : "Faza I"
 Typ analizy naprężeń (hipoteza) : Normalne

Uwzględnione siły wewnętrzne : F_x F_y F_z M_x M_y M_z

Ekstremalne naprężenia w pręcie

	s_x max	s_x min	$ t $ max	s_l max
Naprężenia	140.62 MPa	-110.10 MPa	37.43 MPa	140.62 MPa
Pozycja względna	0.50	0.50	0.00	0.00
Pozycja absolutna	1060.0 cm	1060.0 cm	0.0 cm	1060.0 cm

WYNIKI W PRZEKROJU

Współrzędne przekroju $x/l = 0.50$ (Względne) $x = 1060.0$ cm (Absolutne)

Siły przyłożone do przekroju

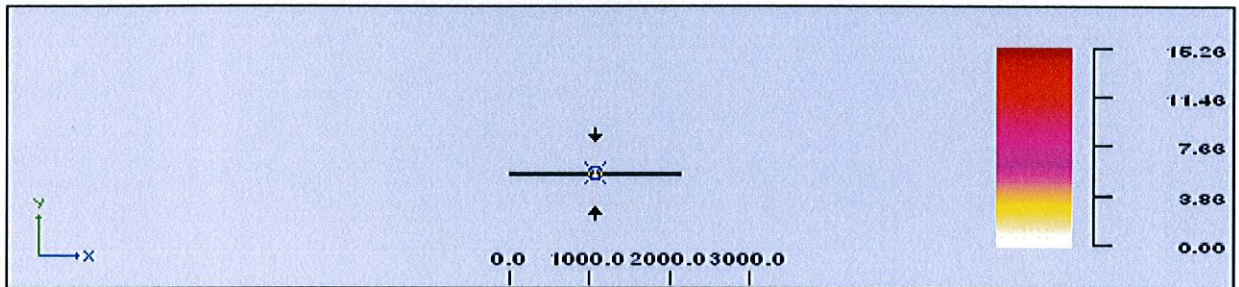
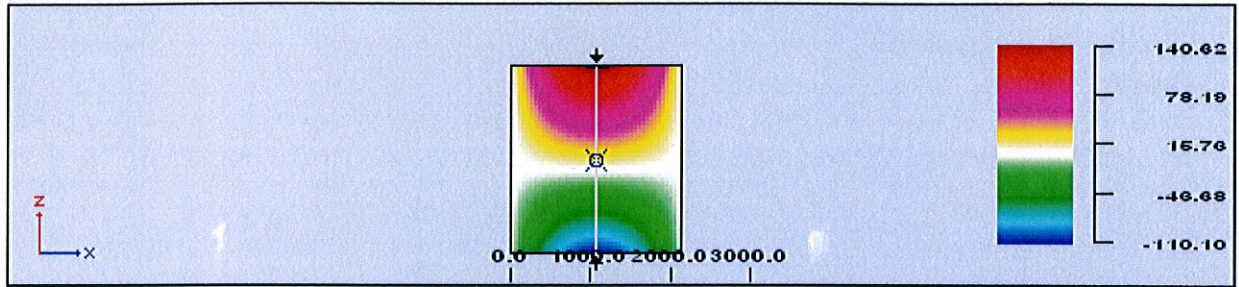
$F_x = 0.00$ kN $M_x = 0.00$ kN*m
 $F_y = 0.00$ kN $M_y = 2048.32$ kN*m
 $F_z = 0.00$ kN $M_z = 0.00$ kN*m

Ekstremalne naprężenia w przekroju

	s_x max	s_x min	$ t_{xy} $ max	$ t_{xz} $ max
Naprężenia	140.62 MPa	-110.10 MPa	0.00 MPa	0.00 MPa
Y lokalny	-12.4 cm	-14.2 cm	-14.2 cm	-0.3 cm
Z lokalny	65.1 cm	-50.9 cm	-50.9 cm	0.1 cm

	$ t $ max	s_l max
Naprężenia	0.00 MPa	140.62 MPa
Y lokalny	-0.3 cm	-12.4 cm
Z lokalny	0.1 cm	65.1 cm

PRZEKRÓJ PODŁUŻNY



WYNIKI W PRZEKROJU

PLASZ. XZ	s_x max	s_x min	$ t_{xz} _{max}$	s_l max
Naprężenia	140.62 MPa	-110.10 MPa	37.42 MPa	140.62 MPa
Pozycja względna	0.50	0.50	0.00	0.50
Pozycja absolutna	1060.0 cm	1060.0 cm	0.0 cm	1060.0 cm
PLASZ. XY	s_x max	s_x min	$ t_{xy} _{max}$	s_l max
Naprężenia	15.26 MPa	0.00 MPa	37.32 MPa	64.65 MPa
Pozycja względna	0.50	0.00	0.00	0.00
Pozycja absolutna	1060.0 cm	0.0 cm	0.0 cm	0.0 cm

FAZA II

1.1 Obciążenia stałe

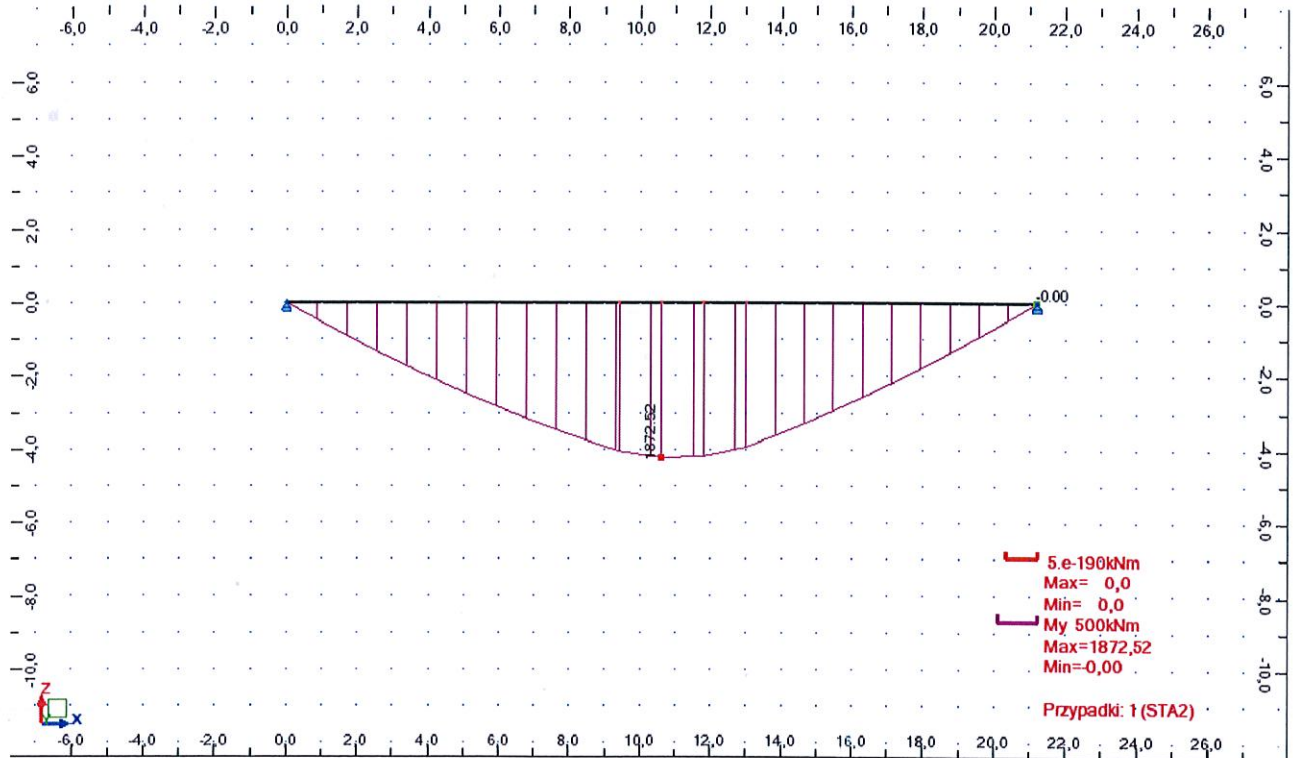
Obciążenie	Obciążenie charakterystyczne [kNm]	γ_{doc}	Obciążenie obliczeniowe [kNm]
Nawierzchnie 0,02 m ² m x 23,0 kN/m ³	0,46	1,5	0,69
Krawężnik kamienny 0,04 m ² x 26,0 kN/m ³	1,04	1,5	1,56
Balustrada stalowa 2 x 0,5 kN/m	1,0	1,5	1,5
Σ	2,5		3,75

1.2. Obciążenie użytkowe – klasa obciążeń C

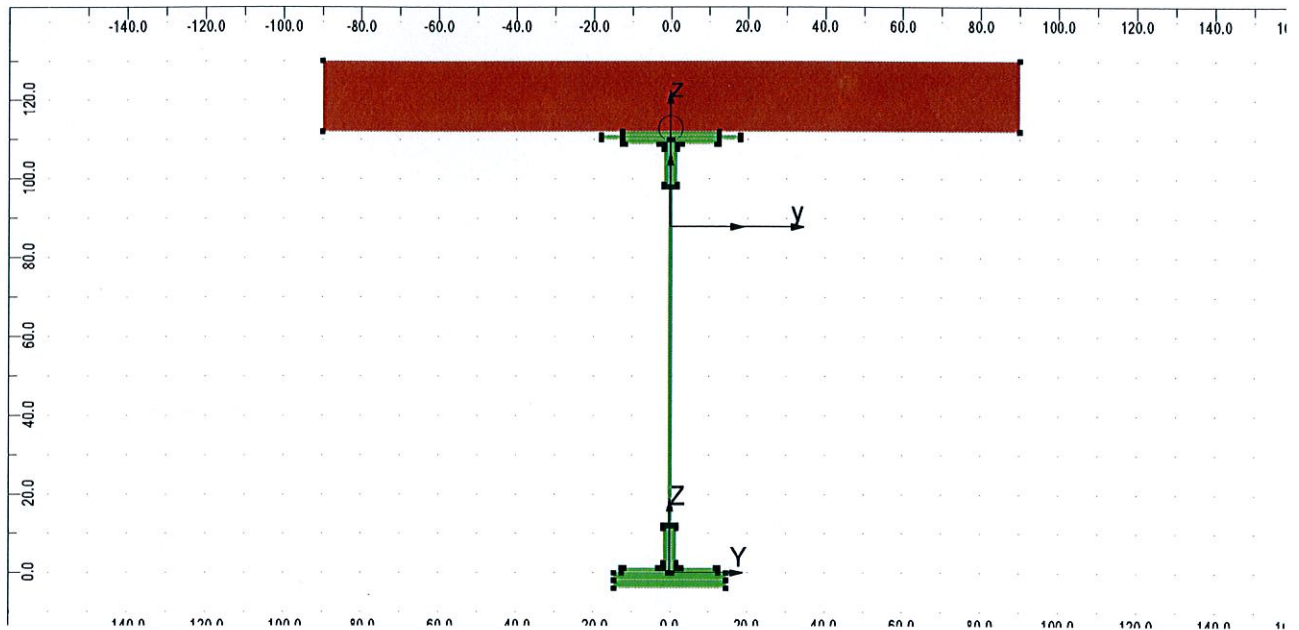
Obciążenie	Obciążenie charakterystyczne	γ	ϕ	Obciążenie obliczeniowe	Pole/Rzęd na L. W.	Obciążenie obliczeniowe na skrajną belkę
Siła skupiona K (1 koło)	50 kN	1,5	1,244	93,3 kN	0,49+0,2	64,4 kN
Obciążenie równomiernie rozłożone q	2,0 kN/m ²	1,5	---	3,0 kN/m ²	1,27	3,8 kN/m
Obciążenie tłumem q_t	2,5 kN/m ²	1,3	---	3,25 kN/m ²	1,3	4,23 kN/m

$$\Sigma = 64,4 \text{ kN}$$

$$\Sigma = 11,78 \text{ kN/m}$$



ANALIZA PRZEKROJU



Opis geometrii

Punkt nr	Y	Z	
1	-0.5 cm	110.0 cm	
2	-12.5 cm	110.0 cm	
3	-12.5 cm	109.4 cm	Kąt = 90.0 Deg
4	-11.9 cm	108.8 cm	
5	-3.0 cm	108.8 cm	Kąt = -90.0 Deg
6	-1.7 cm	107.5 cm	
7	-1.7 cm	98.6 cm	Kąt = 90.0 Deg
8	-1.1 cm	98.0 cm	
9	-0.5 cm	98.0 cm	
10	0.5 cm	110.0 cm	
11	12.5 cm	110.0 cm	
12	12.5 cm	109.5 cm	Kąt = -90.0 Deg
13	11.9 cm	108.8 cm	
14	3.0 cm	108.8 cm	Kąt = 90.0 Deg
15	1.7 cm	107.5 cm	
16	1.7 cm	98.7 cm	Kąt = -90.0 Deg
17	1.1 cm	98.0 cm	
18	0.5 cm	98.0 cm	
19	-0.5 cm	0.0 cm	
20	-12.5 cm	0.0 cm	
21	-12.5 cm	0.6 cm	Kąt = -90.0 Deg
22	-11.9 cm	1.2 cm	
23	-3.0 cm	1.2 cm	Kąt = 90.0 Deg
24	-1.7 cm	2.5 cm	
25	-1.7 cm	11.3 cm	Kąt = -90.0 Deg
26	-1.1 cm	12.0 cm	
27	-0.5 cm	12.0 cm	
28	0.5 cm	0.0 cm	
29	12.5 cm	0.0 cm	

30	12.5 cm	0.6 cm	Kąt = 90.0 Deg
31	11.9 cm	1.2 cm	
32	3.0 cm	1.2 cm	Kąt = -90.0 Deg
33	1.7 cm	2.5 cm	
34	1.7 cm	11.4 cm	Kąt = 90.0 Deg
35	1.1 cm	12.0 cm	
36	0.5 cm	12.0 cm	
37	-0.5 cm	0.0 cm	
38	0.5 cm	0.0 cm	
39	0.5 cm	110.0 cm	
40	-0.5 cm	110.0 cm	
41	-18.0 cm	110.0 cm	
42	-18.0 cm	111.0 cm	
43	18.0 cm	111.0 cm	
44	18.0 cm	110.0 cm	
45	-12.5 cm	111.0 cm	
46	-12.5 cm	112.0 cm	
47	12.5 cm	112.0 cm	
48	12.5 cm	111.0 cm	
49	-14.5 cm	-2.0 cm	
50	-14.5 cm	0.0 cm	
51	14.5 cm	0.0 cm	
52	14.5 cm	-2.0 cm	
53	14.5 cm	-4.0 cm	
54	14.5 cm	-2.0 cm	
55	-14.5 cm	-2.0 cm	
56	-14.5 cm	-4.0 cm	
57	-90.0 cm	112.0 cm	
58	-90.0 cm	130.0 cm	
59	90.0 cm	130.0 cm	
60	90.0 cm	112.0 cm	

Rezultaty generalne

Powierzchnia

$$A = 3637.17 \text{ cm}^2 \quad A^* = 887.12 \text{ cm}^2$$

Środek ciężkości

$$Y_c = -0.0 \text{ cm} \quad Y_c^* = -0.0 \text{ cm}$$

$$Z_c = 112.9 \text{ cm} \quad Z_c^* = 87.8 \text{ cm}$$

Obwód

$$S = 751.5 \text{ cm}$$

Materiał bazowy

STAL

$$E = 205000.00 \text{ MPa}$$

$$\rho_0 = 7852.83 \text{ kg/m}^3$$

$$CJ = 1122.33 \text{ kG/m}$$

Układ osi głównych

Kąt

$$\alpha = 90.0 \text{ Deg} \quad \alpha^* = 0.0 \text{ Deg}$$

Momenty bezwładności

$$I_x = 0.00 \text{ cm}^4$$

$$I_y = 8764472.25 \text{ cm}^4 \quad I_y^* = 2164062.90 \text{ cm}^4$$

$$I_z = 2975737.83 \text{ cm}^4 \quad I_z^* = 1339340.54 \text{ cm}^4$$

Promienie bezwładności

$$i_y = 49.1 \text{ cm} \quad i_y^* = 49.4 \text{ cm}$$

$$i_z = 28.6 \text{ cm} \quad i_z^* = 38.9 \text{ cm}$$

Współczynniki sztywności ścinania

$$A_y = 17507.21 \text{ cm}^2 \quad A_y^* = 551.43 \text{ cm}^2$$

$$A_z = 23541.48 \text{ cm}^2 \quad A_z^* = 155.27 \text{ cm}^2$$

Wskaźniki wytrzymałości na zginanie

$$W_{ely} = 97383.03 \text{ cm}^3 \quad W_{ely}^* = 23562.72 \text{ cm}^3$$

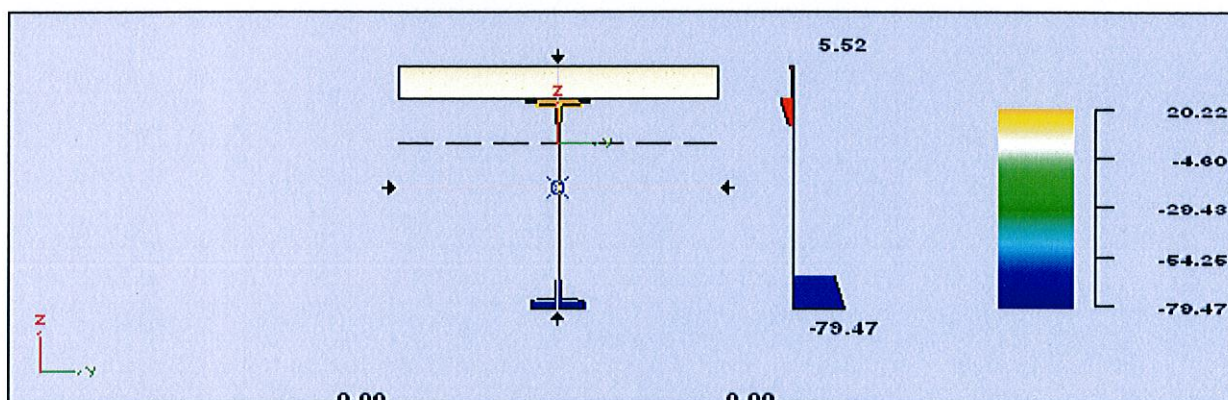
	Welz = 25452.62 cm ³	Welz* = 14881.56 cm ³
Wskaźniki wytrzymałości na ścinanie	Wy = 885.07 cm ²	Wy* = 352.75 cm ²
	Wz = 2308.34 cm ²	Wz* = 649.43 cm ²
Plastyczne wskaźniki wytrzymałości	Wply = 147569.01 cm ³	Wply* = 30461.56 cm ³
	Wplz = 43654.75 cm ³	Wplz* = 23831.74 cm ³
Ekstremalne odległości	Vy = 17.1 cm	Vy* = 90.0 cm
	Vpy = 116.9 cm	Vpy* = 90.0 cm
	Vz = 90.0 cm	Vz* = 42.2 cm
	Vpz = 90.0 cm	Vpz* = 91.8 cm
<u>Układ osi centralnych</u>		
Momenty bezwładności	Iyc = 2975737.83 cm ⁴	Iyc* = 2164062.90 cm ⁴
	Izc = 8764472.25 cm ⁴	Izc* = 1339340.54 cm ⁴
	Iyczc = -0.00 cm ⁴	Iyczc* = -0.00 cm ⁴
Promienie bezwładności	iyc = 28.6 cm	iyc* = 49.4 cm
	izc = 49.1 cm	izc* = 38.9 cm
Ekstremalne odległości	Vyc = 90.0 cm	Vyc* = 90.0 cm
	Vpyc = 90.0 cm	Vpyc* = 90.0 cm
	Vzc = 17.1 cm	Vzc* = 42.2 cm
	Vpzc = 116.9 cm	Vpzc* = 91.8 cm
<u>Układ dowolny</u>		
Położenie układu	yc' = -0.0 cm	Kąt = 0.0 Deg
	zc' = 112.9 cm	
Momenty bezwładności	Iy' = 2975737.83 cm ⁴	Iy'* = 2721626.47 cm ⁴
	Iz' = 8764472.25 cm ⁴	Iz'* = 1339340.54 cm ⁴
	Iy'z' = -0.00 cm ⁴	Iy'z'* = -0.00 cm ⁴
Promienie bezwładności	iyc = 28.6 cm	iyc* = 55.4 cm
	izc = 49.1 cm	izc* = 38.9 cm
Momenty statyczne	Sy' = 0.00 cm ³	Sy'* = -22240.14 cm ³
	Sz' = -0.00 cm ³	Sz'* = -0.00 cm ³
Ekstremalne odległości	Vy' = 90.0 cm	
	Vpy' = 90.0 cm	
	Vz' = 17.1 cm	
	Vpz' = 116.9 cm	

* - wartości ważone

ANALIZA NAPRĘŻEŃ W PRĘCIE

Przekrój : Pzes 1.8x110x18
 Element Nr : 1
 Długość : 2120.0 cm

PRZEKRÓJ POPRZECZNY



Przypadek obciążenia : "STA2"
 Typ analizy naprężeń (hipoteza) : Normalne

Uwzględnione siły wewnętrzne : F_x F_y F_z M_x M_y M_z

Ekstremalne naprężenia w pręcie

	s_x max	s_x min	$ t $ max	s_l max
Naprężenia	20.22 MPa	-79.47 MPa	6.69 MPa	79.47 MPa
Pozycja względna	0.50	0.50	0.00	0.00
Pozycja absolutna	1060.0 cm	1060.0 cm	2120.0 cm	1060.0 cm

WYNIKI W PRZEKROJU

Współrzędne przekroju $x/l = 0.50$ (Względne) $x = 1060.0$ cm (Absolutne)

Siły przyłożone do przekroju

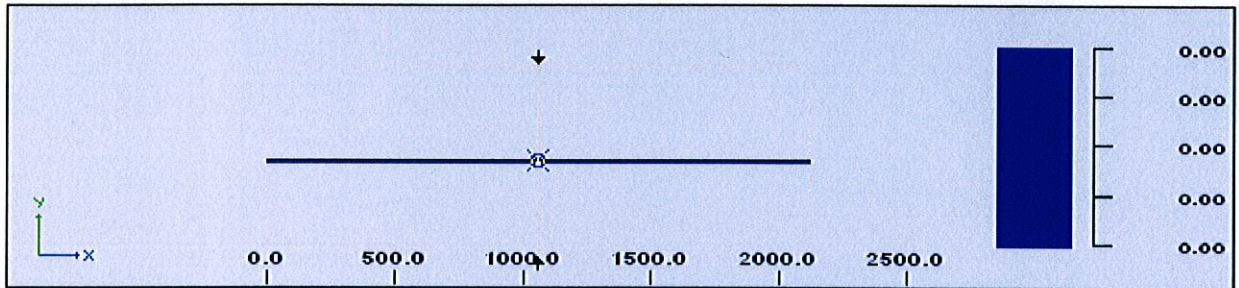
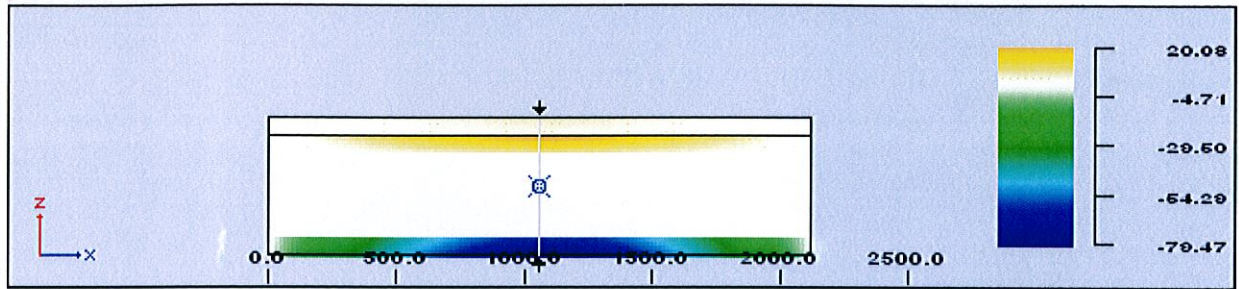
$F_x = 0.00$ kN $M_x = 0.00$ kN*m
 $F_y = 0.00$ kN $M_y = 1872.52$ kN*m
 $F_z = 57.11$ kN $M_z = 0.00$ kN*m

Ekstremalne naprężenia w przekroju

	s_x max	s_x min	$ t_{xy} $ max	$ t_{xz} $ max
Naprężenia	20.22 MPa	-79.47 MPa	0.00 MPa	1.46 MPa
Y lokalny	-10.9 cm	-14.3 cm	-14.3 cm	-0.8 cm
Z lokalny	23.4 cm	-91.8 cm	-91.8 cm	10.8 cm

	$ t $ max	s_l max
Naprężenia	1.46 MPa	79.47 MPa
Y lokalny	-0.8 cm	-14.3 cm
Z lokalny	10.8 cm	-91.8 cm

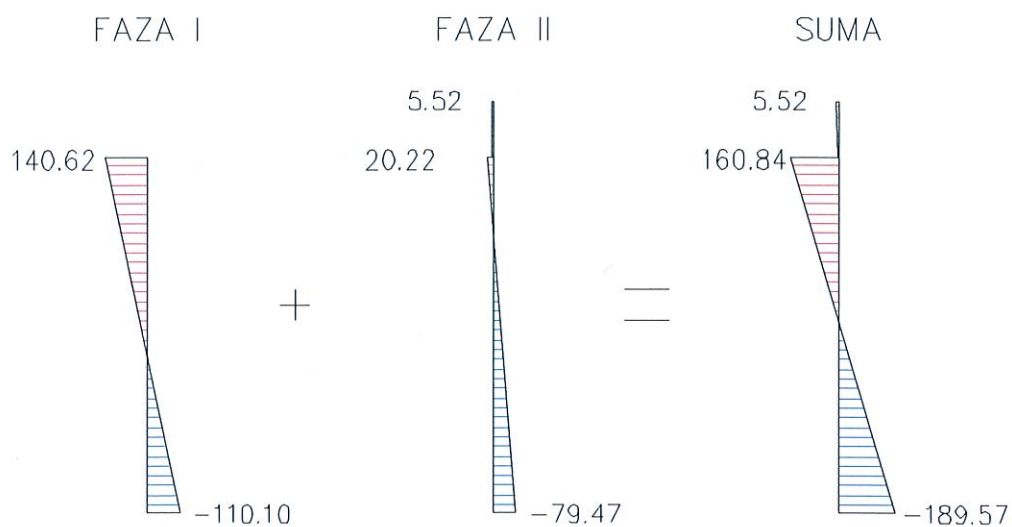
PRZEKRÓJ PODŁUŻNY



WYNIKI W PRZEKROJU

PŁASZ. XZ	s^x max	s^x min	 t^{xz} max	s_i max
Naprężenia	20.08 MPa	-79.47 MPa	6.33 MPa	79.47 MPa
Pozycja względna	0.50	0.50	0.00	0.50
Pozycja absolutna	1060.0 cm	1060.0 cm	0.0 cm	1060.0 cm
PŁASZ. XY	s^x max	s^x min	 t^{xy} max	s_i max
Naprężenia	0.00 MPa	0.00 MPa	0.00 MPa	0.00 MPa
Pozycja względna	0.50	0.00	0.00	0.00
Pozycja absolutna	1060.0 cm	0.0 cm	0.0 cm	0.0 cm

SUMA NAPRĘŻEN FAZA I + FAZA II



Napężenia w stali

$$\underline{189,57 \text{ MPa} < 195 \text{ MPa}}$$

Napężenia nie przekroczone

Napężenia w betonie B-30

$$\underline{5,52 \text{ MPa} < 17,3 \text{ MPa}}$$

Napężenia nie przekroczone

Opracował:

mgr inż. Zbigniew Kokoszka